

Efectos del café y la cafeína sobre el crecimiento de las plantas de guisante (*Pisum sativum*)



Autora: Gloria Sánchez Fernández (2º bachillerato)
Investigación Avanzada
Profesora Coordinadora: Dra Elena León Rodríguez
2020-2021

ÍNDICE

Resumen	2
1. Introducción.....	3
2. Objetivos de la investigación.....	3
3. Fundamentos teóricos.....	4
4. Materiales y métodos.....	5
5. Resultados	8
6. Discusión.....	11
7. Conclusiones.....	12
8. Agradecimientos.....	13
9. Bibliografía.....	13

Efectos del café y la cafeína sobre el crecimiento de las plantas de guisante (*Pisum Sativum*)

G. Sánchez¹, E. León²

¹ Alumnado IES Fidiana

² Profesorado IES Fidiana

Resumen

En la agricultura los métodos eficientes son clave para la producción rentable de alimentos, lo cual es crucial en nuestra sociedad, se buscan constantemente métodos para que esta producción sea más rápida debido a la creciente necesidad de alimentos en nuestro planeta. Desde el punto de vista ecológico, la aplicación de productos biológicos, permite reducir el uso de energía, la degradación del agroecosistema y las pérdidas de nutrientes. A lo largo de este experimento se comprobaron los efectos de la cafeína y del café, ambos a diferentes concentraciones, sobre el crecimiento de plántulas de guisante.

Las plantas de guisantes fueron plantadas en macetas individuales. El cultivo de los guisantes se ha llevado a cabo mediante siembra en sustrato inerte para poder controlar los nutrientes que recibía cada planta, además fueron cultivadas dentro de un invernadero casero para controlar variables como fotoperíodo o temperatura. Durante 1 mes se midieron las siguientes variables: altura del tallo, número de hojas desarrolladas y valoración cualitativa de su aspecto general.

Los resultados obtenidos han mostrado que el café al 25% y 50% tiene efectos positivos como la estimulación del crecimiento y desarrollo de las plantas de guisante, mientras que todas las concentraciones de cafeína utilizadas (0,6 %, 1,5 % y 2 %) tuvieron efectos totalmente nocivos en el crecimiento y desarrollo de las plantas de guisante. Concentraciones de café al 75 % resultaron inhibitoras del crecimiento.

Palabras clave: crecimiento, cafeína, café, guisante.

1.- INTRODUCCIÓN

Las plantas sintetizan de manera natural una gran cantidad de sustancias químicas, entre ellas están alcaloides, fenoles, esteroides y terpenos. La cafeína es un alcaloide, la cual se encuentra en numerosas especies vegetales.

Se puede extraer de diversas bebidas como refrescos, té o café. La cafeína aparte de encontrarse en nuestra dieta diaria, se encuentra de manera natural en más de 60 especies de plantas.

Un gran número de estudios sobre los efectos de la cafeína en plantas han demostrado resultados contradictorios, estas diferencias pueden estar ligadas a las diversas concentraciones de cafeína usadas o las diferentes especies de plantas utilizadas. Una serie de experimentos realizados en plantas *in vitro* han demostrado que la cafeína actúa como un estimulante del crecimiento de estas, sin embargo estudios realizados en esquejes hipóxicos han demostrado que la concentración de cafeína usada era tóxica para las plantas.

Según varias investigaciones, la cafeína ayuda en los vegetales a regular la división celular, la introducción floral y la formación de nuevas yemas. También con la cafeína se ha experimentado para reducir los problemas de plagas y enfermedades en las plantas. (Hortalizas, 2017)

Por otro lado, el café es utilizado en numerosas ocasiones como fertilizante natural por muchos agricultores, para airear el sustrato y retener la humedad. (Cultura ambientalista, 2020)

Estudiar los compuestos que favorezcan el crecimiento de las plantas es importante para ayudarnos a mejorar la productividad de los cultivos. Por ello, cómo hipótesis de partida consideraremos estudiar los efectos positivos o negativos, tanto del café como de la cafeína, sobre el cultivo de la planta de la leguminosa *Pisum sativum*, ya que se trata de una planta que forma parte de la alimentación del ser humano.

2.- OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.

El propósito de esta investigación es comprobar los efectos de diferentes concentraciones de café y cafeína en el desarrollo de las plantas de guisante. Evaluando su efecto en el tamaño de las plantas, el crecimiento del número de hojas y su aspecto general. Las plantas utilizadas fueron guisantes de la especie (*Pisum sativum*).

3.- FUNDAMENTOS TEÓRICOS

La cafeína es una sustancia de sabor amargo, su fórmula molecular es 1, 3, 7-trimetilxantina. Friedrich Ferdinand Runge la aisló del café en 1819 y del té en 1827, pero su estructura química no se describió hasta 1875 por E. Fischer. La cafeína (1,3,7-trimetilxantina) y los otros alcaloides metilxantínicos, como la teobromina (3,7-dimetilxantina) y la teofilina (1,3-dimetilxantina), son derivados del grupo de las xantinas, que a su vez se derivan de las purinas. (Redalyc.Cafeína, 2007)

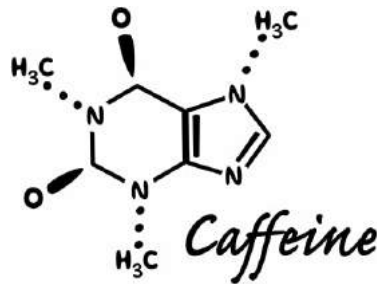


Imagen 1. Representación de la molécula de cafeína

El **café** está compuesto muchas sustancias químicas distintas incluyendo aminoácidos y compuestos nitrogenados, polisacáridos, azúcares, triglicéridos, ácido linoleico, ácidos volátiles (fórmico y acético) y no volátiles (láctico, cítrico), cafeína, vitaminas y minerales. El café tiene un pH de 6,5 a 6,8 casi neutro pero tirando a ácido, pero cuando lo mezclamos con agua del grifo, que es una sustancia alcalina, su pH cambia para volverse más ácido. Las plantas tienden a preferir un ambiente con pH ácido para su crecimiento, por este motivo el café favorece al crecimiento de las plantas ya que lo estimula.

En ciertos estudios se han estudiado los efectos del café cuando se pone directamente en la tierra donde se cultiva, pero no hay tantos estudios que prueben estos mismos efectos si se riega la planta con café. Esto se debe a que los granos de café son una buena fuente de nitrógeno para la planta cuando se añaden directamente a la tierra donde crece, también puede servir de insecticida natural. Además, colocar una capa de café alrededor de las plantas es eficaz para evitar el crecimiento de hongos en la planta. Sin embargo, cuando añadimos café líquido depende de la planta que estemos cultivando ya que algunas no toleran los pH ácidos y pueden llegar a morir.

El cultivo en este experimento se ha realizado mediante cultivo con sustrato inerte. Este cultivo se realiza sin la necesidad de emplear suelo, en vez de suelo se cultiva usando disoluciones minerales. De esta manera podemos controlar mejor su crecimiento debido a que nos aseguramos de que la tierra en la que están no les proporciona unos nutrientes diferentes a cada planta, y también podemos controlar la cantidad exacta de nutrientes que reciben eliminando así cualquier posibilidad de que desarrolle deficiencia de algún mineral.

El guisante, *Pisum sativum*, es una planta que se produce a lo largo del año. Es una planta de la familia de las leguminosas. Es un cultivo resistente a los cambios de temperatura, puede llegar a sobrevivir hasta -5°C , aunque su crecimiento óptimo es entre 15°C - 25°C . Para el cultivo de esta planta fuera de suelo se suele utilizar la variedad de mata baja, pues existen tres variedades de guisantes dos bajas y una alta. (Fitoralia, 2018).

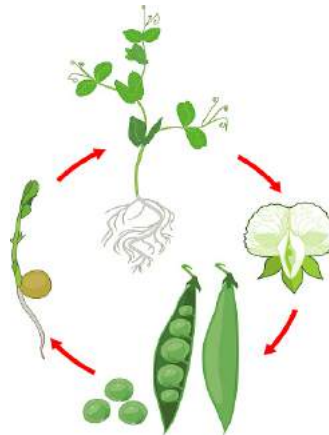


Imagen 2. Esquema del crecimiento de *Pisum Sativum*

4.- MATERIALES Y MÉTODOS

4.1.-Variables dependiente e independiente.

Las variables dependientes que se midieron fueron la altura de las plantas, el número de hojas desarrolladas y su aspecto general, mientras que las variables independientes fueron las diferentes concentraciones de café (25%, 50% y 75 %) y de cafeína (0,6 %, 1,25 % y 2 %) usadas para regar.

4.2.- Material experimental.

Los materiales utilizados a lo largo del proyecto fueron:

- | | | | |
|------------------|----------------------|-------------------------|-------------------------|
| - Semillero | - Macetas | - Embudo de decantación | - Termómetro |
| - Agua destilada | - Perlita | - Vasos de precipitados | - Papel de filtro |
| - Agua del grifo | - Embudo cónico | - Probeta | - Semillas de guisantes |
| - Gasas | - Café Marca Saimaza | - Regla | - Etiquetas |
| | | - Cámara de cultivo | |

- Semillero: fue utilizado para sembrar las plantas los primeros días.

- Macetas: fueron utilizadas para sembrar las plantas con varios días de crecimiento.
- Embudo cónico de decantación: se usó durante la extracción de cafeína y para la realización de la solución nutritiva.
- Termómetro: se usó para medir la temperatura.
- Agua destilada: se utilizó para la solución nutritiva y para la disolución cafeína.
- Perlita y vermiculita: materiales inertes que se usaron para el cultivo en sustrato sólido. Se empleó una mezcla al 50%.
- Vaso de precipitado: material volumétrico que se usó para medir volúmenes, para regar las plantas, para la extracción de cafeína y para la solución nutritiva.
- Papel de filtro: se utilizó en todo el proceso en varias ocasiones, por ejemplo en la extracción de cafeína.
- Cámara de cultivo: se usó para germinar las semillas en condiciones controladas.
- Gasas: se usaron durante el proceso de germinación de la semilla para preservar la humedad.
- Regla: se usó para medir la altura de las plantas.
- Etiquetas: se usó para identificar cada concentración.



Imagen 3. Preparación del cultivo

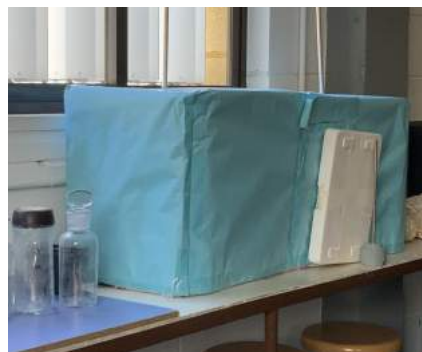


Imagen 4. Invernadero Casero



Imagen 5. Semillas de guisantes germinadas



Imagen 6. Semillas usadas en el experimento

4.3.- Diseño experimental

El experimento fue llevado a cabo durante 1 mes. Las plantas control fueron regadas con solución nutritiva, la cual se compone de todos los nutrientes necesarios para el desarrollo del vegetal, en las siguientes proporciones: 1 g/l de ácido fosforoso,

1 g/l de sulfato magnésico, 1 g/l de óxido de potasio, 1 g/l de sulfato cálcico, 1 g/l de nitrato potásico, 1 g/l cloruro férrico y 1 g/l cloruro sódico. Todo ello fue llevado hasta un 1l con agua destilada.

Para medir los efectos de la cafeína y del café se utilizaron soluciones alteradas. La del café se realizó con diferentes concentraciones, al 25%, 50% y al 75%. La infusión de café previamente preparada se mezcló con agua del grifo. Las soluciones de cafeína también se realizaron a diferentes concentraciones, las cuales fueron 0,6%, 1,25% y 2%. En este caso la cafeína se diluyó directamente en solución nutritiva.

- **Extracción de cafeína.**

La extracción de la cafeína del café se realizó de la siguiente manera:

- 1- Se depositó 100 ml de café en un vaso de precipitado.
- 2- Se añadió 1 g de carbonato de sodio al vaso de precipitado.
- 3- Con un embudo cónico se pasó todo el café a un embudo de decantación.
- 4- Se midieron 15 ml de triclorometano y se añadieron al embudo de decantación, poco se fueron formando dos capas diferenciadas.
- 5- Después se mezclaron de nuevo las dos capas y se le añadieron otros 15 ml de triclorometano.
- 6- Se abrió la llave del embudo de decantación y se pasó la capa inferior de cafeína a un vaso de precipitado.
- 7- Una vez obtenido el líquido se dejó reposar para que, al evaporarse el disolvente, se formasen los cristales de cafeína.

La cafeína extraída resultó no ser suficiente, por lo que la cantidad necesaria para desarrollo del experimento fue proporcionada por un laboratorio externo.



Imagen 7. Proceso extracción de cafeína

- **Germinación y crecimiento de las plantas.**

Se ha construido un invernadero casero para controlar la temperatura y el fotoperíodo al que se han sometido las plantas. La temperatura se ha mantenido constante a unos 25°C, se le colocó una lámpara en el techo del invernadero para

que tuviesen la luz necesaria para crecer (LED), para poder controlar el fotoperiodo se le puso un temporizador con el cual se reguló que las plantas tuvieran unas 12 horas de luz y 12 horas de oscuridad.

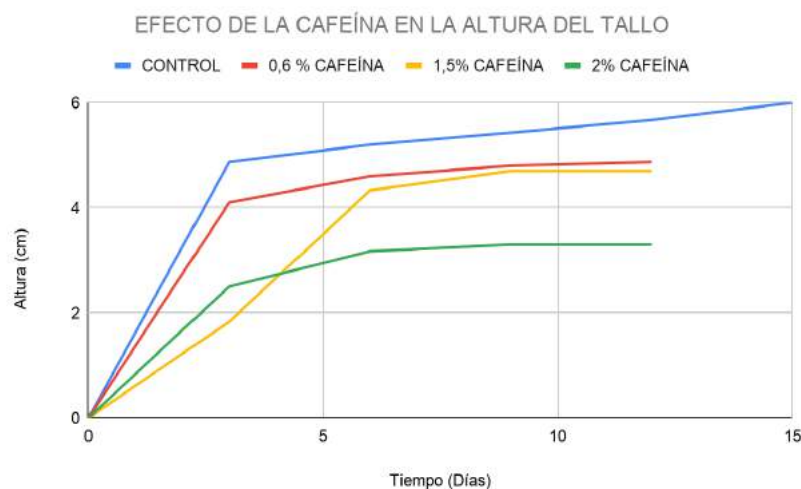
Las semillas fueron germinadas artificialmente, en un vaso de precipitado se puso un papel de filtro rodeando el interior del vaso, en el centro del vaso se colocó una gasa mojada y se colocaron las semillas entre el papel filtro y el vaso. En cada vaso se colocaron aproximadamente 10 semillas, después estos vasos fueron colocados en la cámara de germinación durante 4 días a una temperatura de 25° C.

Las plantas fueron regadas con una frecuencia de dos días por semana. Se sembraron inicialmente en semilleros, en grupos de 3, en los que se ensayaron las diferentes concentraciones. Para evitar la contaminación cruzada entre las diferentes concentraciones ensayadas, se pusieron recipientes distintos debajo del cada grupo de plantas para recoger el líquido drenado tras el riego. Además, se usaron tres recipientes para regar las plantas, cada uno para cada compuesto analizado, es decir, uno para el café, otro para la cafeína y otro para la sustancia de control. De esta manera evitamos que cada planta se contamine con nutrientes de las otras sustancias. Se realizaron tres replicas en cada uno de los tratamientos llevados a cabo.

Dos días por semana se midieron la altura de las plantas, así como el número de hojas desarrolladas. Para la toma de datos, se restó en cada una de las plantas la altura del tallo que tuvieran previo al inicio del tratamiento, de esta manera el valor inicial de todos los individuos fue considerado cero. Se procedió de la misma forma con la variable número de hojas desarrolladas.

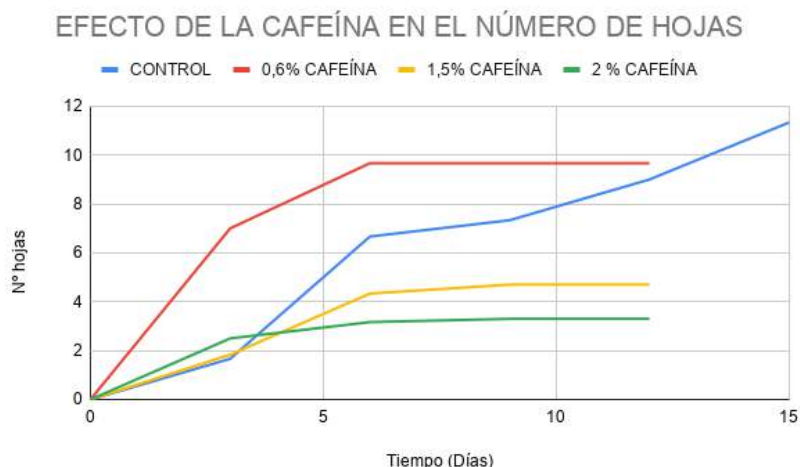
5.-RESULTADOS

- EFECTO DE LA CAFEÍNA



Gráfica 1 - Efectos de las concentraciones de cafeína en la altura de las plantas

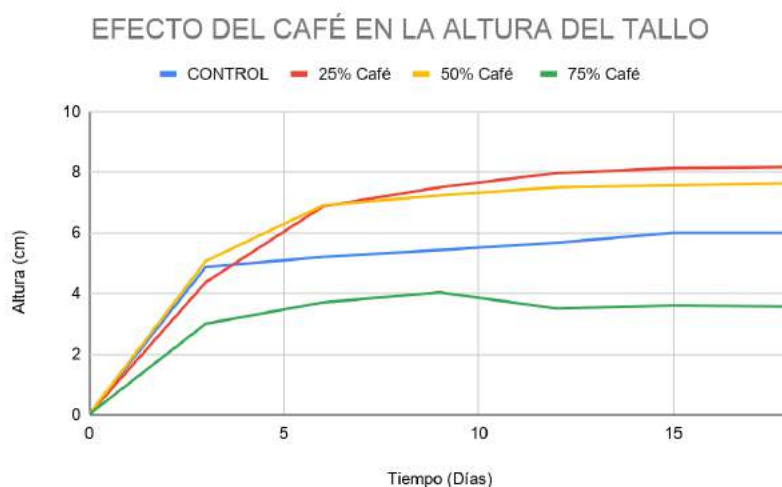
En la gráfica podemos observar como todas las concentraciones de cafeína han sido tóxicas para el crecimiento de la planta. Concentraciones crecientes de cafeína (0,6%, 1,5% y 2%), produjeron reducciones crecientes en la altura del tallo, 14%, 17% y 58%. Se puede ver como la concentración de 2% ha sido la más nociva de todas, pues disminuyó un 58% la altura alcanzada por la planta respecto al control.



Gráfica 2 - Efecto de la concentración de cafeína en el nº de hojas.

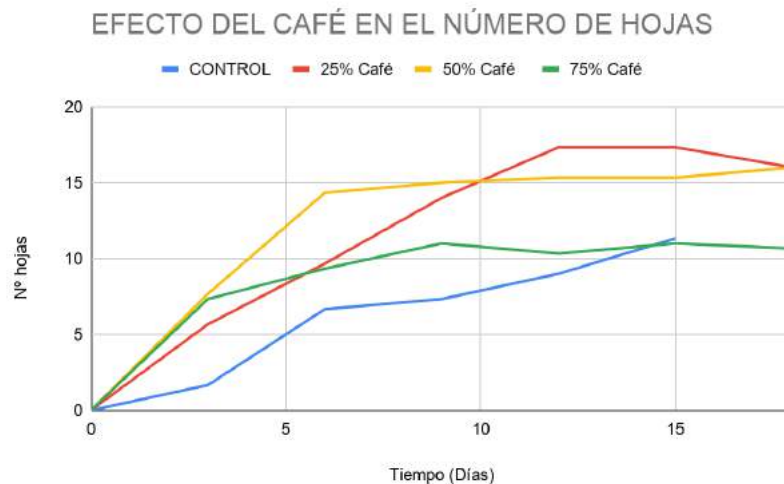
En esta segunda gráfica se puede ver cómo ha afectado la concentración al crecimiento de las hojas en la planta, podemos observar que la concentración de 0,6% ha tenido efectos positivos en la estimulación del crecimiento de hojas, pues crecieron un 7 % más de hojas. Mientras que las otras dos concentraciones han inhibido el crecimiento de estas, concretamente un 52% y 36% menos.

- EFECTO DEL CAFÉ



Gráficas 3.- Efecto de las concentraciones de café en la altura de la planta

En esta gráfica podemos ver como las concentraciones de café al 25% y 50% han tenido resultados positivos en el crecimiento de las plantas (36% y 27 % respectivamente), mientras que la concentración de café de 75% ha resultado nociva, presentando una reducción del 60 % en altura respecto a las plantas control.



Gráfica 4 – Efecto de las concentraciones de café en el número de las hojas de la planta.

Podemos observar como todas las concentraciones han tenido un efecto positivo en el número de hojas en las plantas, es decir lo han estimulado. No obstante, se observa cierto efecto negativo en la concentración 75% café, pues el número de hojas desarrolladas fue menor que con 25% y 50% café. La concentración 75 % café solo produjo 24 % más de hojas, mientras que 50 % café produjo un incremento del 35 % y, la concentración de 25 % café, incremento el número de hojas un 53%.



Imagen 8. Plantas de guisantes tratadas con solución nutritiva.



Imagen 9. Plantas de guisante tratadas con concentración café al 25%

Las plantas regadas con café han crecido una media de 5.99 cm, mientras que las plantas tratadas cafeína crecieron 4 cm. Las plantas regadas con solución nutritiva crecieron 5.43 cm de media. Podemos concluir que las plantas con café sufrieron un estímulo de crecimiento de 0,56 centímetros más que las de cafeína.

- ASPECTO SALUDABLE DE LA PLANTA

Tabla 1.- EFECTO LA CAFEÍNA Y EL CAFÉ SOBRE EL ASPECTO GENERAL DE LA PLANTA

CAFEÍNA								CAFÉ							
	Días								Días						
	0	3	6	9	12	15	18		0	3	6	9	12	15	18
0,6% CAFEÍNA	Bueno	Malo	Malo	Malo	Malo	Muerta	Muerta	25% CAFÉ	Regular	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
1,5% CAFEÍNA	Bueno	Malo	Malo	Malo	Malo	Muerta	Muerta	50% CAFÉ	Regular	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
2% CAFEÍNA	Bueno	Malo	Malo	Malo	Malo	Muerta	Muerta	75% CAFÉ	Regular	Bueno	Bueno	Bueno	Regular	Bueno	Bueno

En general, durante todo el experimento, las plantas regadas con cafeína mostraron un aspecto poco saludable, incluso a los doce días de tratamiento murieron. Al tratarse de una variable cualitativa, no se apreciaron diferencias entre las distintas concentraciones de cafeína. Por el contrario, las plantas regadas con café mostraron mucho mejor aspecto durante todo el proceso, incluso a partir del inicio del tratamiento, día cero, parecen recuperarse, pues pasan de aspecto regular a bueno. En la concentración de café 75 % se observaron indicios de cierto efecto negativo, al empezar aparecer algunas plantas de aspecto regular a partir del doceavo día.

6.- DISCUSIÓN

En este experimento hemos comprobado que la cafeína resulta totalmente tóxica para las plantas, mientras que determinadas concentraciones de café tiene resultados positivos.

Experimentos realizados en las semillas de *Pisum Sativum*, misma planta que se ha usado en este experimento, a concentraciones 10,000 y 25,000 μM de cafeína respectivamente, demostraron una reducción de 28% y del 51% en el número de células en el tallo (Curlango-Rivera et al., 2010). Es decir, al igual que en nuestro trabajo la cafeína resultó negativa.

Los experimentos realizados por (Batish et al, 2008) en *Phaseolus aureus* demostraron que concentraciones de cafeína de 50, 100, 200, 500, 1,000 y 2,000 μM utilizadas durante una semana causaron la inhibición del 26,8% en el número de raíces comparado al control.

Por otro lado, las concentraciones de 2500 μM de cafeína redujeron las células de las raíces en *Zea Mays* (Anaya et al., 2002) y en *Oriza sativa* (Smyth, 1992). Algunos estudios también investigaron sobre el papel de la cafeína en el crecimiento de las plantas como Singh et al., 2001 y otros sobre el poder reductor de la cafeína en las plantas como Hesse, 2002. Estos estudios también indican que la cafeína tiene un efecto negativo.

Todos estos resultados apoyan los efectos nocivos de la cafeína mostrados en esta investigación sobre la planta de guisante *Pisum sativum*, en donde concentraciones de un 2% de cafeína ha disminuido un 58 % el crecimiento de la plántula y concentraciones de 1,5 % y 2 % de cafeína han disminuido considerablemente el número de hojas desarrolladas, concretamente un 52% y 36% menos. Además, todas las plantas sometidas a este tratamiento mostraron un aspecto poco saludable.

Respecto a los estudios realizados con el café, en la revista de agricultura **The Spruce** indican que regar tus plantas con café puede ser muy beneficioso, poniendo el ejemplo de que plantas en oficinas sobreviven solo con el café que le dan los empleados.

En los experimentos realizados con café sobre la germinación de plantas (Yağız Efe Mertol, 2014) se demostró que este afecta de una manera estimulante sobre las semillas.

De nuevo, investigaciones previas, corroboran los resultados obtenidos en la planta de guisante. Concentraciones 25 % y 50 % café produjeron un incremento del 35 % y 53 % en el número de hojas. Igualmente se incremento un 36 % y 27 %, respectivamente, a altura del tallo. Este efecto podría ser debido al incremento de las fuentes de nitrógeno contenidas en el café, y que se han añadido como fuente extra de nutrientes. Este efecto estimulante concuerda con el. Buen aspecto presentado por las plántulas durante todo el ensayo.

Por otro lado, nuestros resultados arrojaron un efecto menos positivo de concentraciones elevadas de café (75%), pues el incremento en el número de hojas fue solo 24 % y una reducción del 60 % en la altura de la plántula. Ello podría ser debido a que altas concentraciones resultan tóxicas para la planta o estar relacionado con el incremento en el pH del medio provocado por el suplemento de café.

7.- CONCLUSIONES

1.- Todas las concentraciones de cafeína han resultado tóxicas para las plantas. Este efecto ha sido mayor conforme aumentó la concentración de cafeína usada. El aspecto general de las plantas siempre resultó, para todas las concentraciones, malo o poco saludable.

2.- En cuanto al número de las hojas, concentraciones de cafeína por encima del 1,5 % muestran efecto negativo en el número de hojas desarrolladas, mientras que la concentración al 0,6% ha sido beneficiosa, al estimular el número de hojas desarrolladas.

3.- Las concentraciones de café al 25% y 50% sí han estimulado el crecimiento de las plantas, ambas han mostrado un aspecto más sano y han tenido un mayor crecimiento tanto de tamaño de la planta como de número de hojas. Sin embargo, la concentración al 75% ha resultado tóxica para la planta, pues disminuyó considerablemente la altura y se redujo el número de hojas en la plántula.

4.- Las plantas regadas con café sufrieron un estímulo de crecimiento mayor que las tratadas con cafeína.

Conclusión final: el café se podría utilizar para la fertilización de las plantas de guisante *Pisum sativum*, aumentando así su crecimiento, número de hojas y, por ende, la productividad del cultivo. No debiéndose nunca superar el límite de toxicidad mostrado para concentraciones superiores al 75 %. En ningún caso la cafeína parece ser adecuada como suplemento nutritivo para incrementar el crecimiento de la planta.

8.- AGRADECIMIENTOS.

Por último, me gustaría agradecer a mi profesora por aconsejarme durante el proyecto y ayudarme en todo momento. Al igual que agradecer al Proyecto Fidiciencia y a La Consejería de Educación por la concesión del Proyecto de Innovación Educativa.

También agradecer a todos mis compañeros por ayudarme en ciertas ocasiones, en especial a Yanda Expósito Cazorla y Antonieta Rodríguez Ríos por ayudarme en la construcción del invernadero casero.

9.- BIBLIOGRAFÍA

CURLANGO-RIVERA G; DUCLOS VD;EBOLO JJ;HAWES CM. 2010.Transient exposure of root tips to primary and secondary metabolites:Impact on root growth and production of border cells. *Plant and Soil* 332: 267-275. [[Enlace](#)]

BATISH DR;KAUR M;KOHLI RK;YADAV SS.2008.Caffeine affects adventitious rooting and causes biochemical changes in the hypocotyls cuttings of mung beans (*Phaseolus aureus*). *Acta Physiologiae Plantarum* 30: 401-405. [[Enlace](#)]

ANAYA AL;WALLER GR;OKINDA-OWUOR P;FRIEDMAN J;CHOU CH;SUZUKI T;ARROYO-ESTRADA JF;CRUZ-ORTEGA R. 2002 The Role of Caffeine in the production decline due to autotoxicity in coffee and tea plantations.In:REIGOSA M; PEDROL N.(eds). *Allelopathy: from molecules to ecosystems*. Science Publishers Inc. p.71-91. [[Enlace](#)]

SMYTH AD. 1992. Effect of methylxanthine treatment on rice seedling growth.*Journal Plant Growth Regulation* 11: 125-128. [[Enlace](#)]

HESSE M.2002. Alkaloids: Nature's Curse or Blessing?. Zürich: Wiley-VCH. p 426
[[Enlace](#)]

SINGH HP; BATISH DR.KOHLI RK 2001. Allelopathy in agroecosystems: an overview. Journal of Crop Production4: 1-41. [[Enlace](#)]

Montes et al. 2017. Uso de cafeína en la bioestimulación para sandía. Hortalizas [[Enlace](#)]

Valderlinden ; Collen. 28 de mayo de 2020 How to Use Coffee to Water Plants. The Spruce [[Enlace](#)]

Mertol Efe; Yağız 2014. Effect of Daily Use Products on the Germination of Plants. Ted Ankara College Foundation. 21-22 [[Enlace](#)]